

# CAPSULE APPARATUS FOR MEDICAL TREATMENT

**Publication number:** JP7111985 (A)

**Publication date:** 1995-05-02

**Inventor(s):** IKEDA YUICHI; MIZUNO HITOSHI; KUDO MASAHIRO +

**Applicant(s):** OLYMPUS OPTICAL CO +

**Classification:**


- international: **A61B10/00; A61B10/02; A61B5/07; A61J3/07; A61B10/00; A61B10/02; A61B5/07; A61J3/07;** (IPC1-7): A61B10/00; A61B5/07; A61J3/07

- European:

**Application number:** JP19930259882 19931018

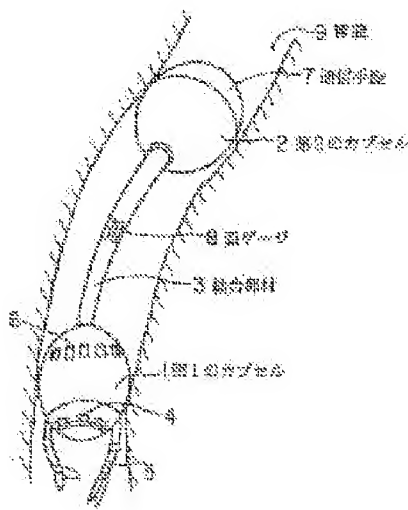
**Priority number(s):** JP19930259882 19931018

**Also published as:**

 JP3279409 (B2)

## Abstract of JP 7111985 (A)

**PURPOSE:** To provide a capsule apparatus for medical treatment wherein confirmation of the position of a capsule in a body cavity can be conveniently and accurately performed and the movement of the capsule can be predicted with high accuracy. **CONSTITUTION:** The first capsule 1 and the second capsule 2 are connected by using an elastic connecting member 3 and a strain gauge 8 is provided on this connecting member 3 to detect the mutual positional relation between the first and the second capsules 1 and 2 and a communication means 7 transmitting the detected relative positional information to an outside communication means is provided on the second capsule 2.



.....  
Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-111985

(43)公開日 平成7年(1995)5月2日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 5/07		8825-4C		
10/00	1 0 3 F			
A 6 1 J 3/07	A			

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-259882

(22)出願日 平成5年(1993)10月18日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 池田 裕一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 水野 均

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 工藤 正宏

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

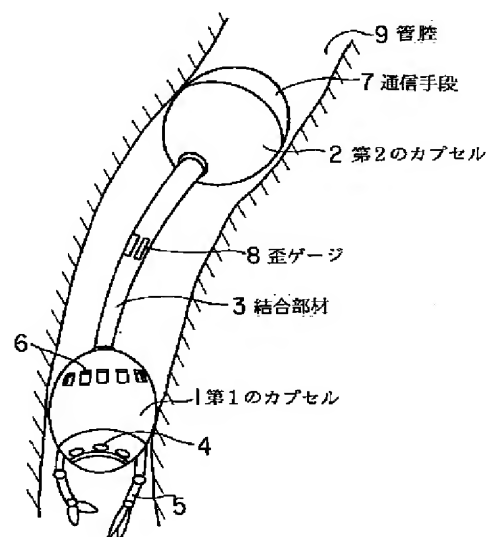
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 医療用カプセル装置

(57)【要約】

【目的】 体腔内におけるカプセルの位置確認を手軽に正確に行うことができると共に、カプセルの動きを高い精度で予測することができる医療用カプセル装置を提供することにある。

【構成】 第1のカプセル1と第2のカプセル2とを弾性的な結合部材3によって結合し、この結合部材3に歪ゲージ8を設け、第1と第2のカプセル1, 2の互いの位置関係を検知すると共に、第2のカプセル2に検知した相対的な位置関係情報を体外通信手段へ送信する通信手段7を設けたことにある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のカプセルと、この複数のカプセルを結合する弾性的な結合手段と、複数のカプセルの互いの位置関係を検知する位置検知手段と、検知した相対的な位置関係情報を体外通信手段へ送信する通信手段とを具備したことを特徴とする医療用カプセル装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は体腔内の部位を直接的に観察し、診断や治療を行う医療用カプセル装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】医療用カプセル装置は、患者の口腔から体腔内に挿入する内視鏡とは異なり、患者が飲み込むことにより、体外装置と無線的に接続されているため、患者に与える苦痛を大きく軽減できることで注目されている。

【0003】従来、例えば、特開昭57-156736号公報に示すように、医療用カプセル装置は、薬液を投与したり、体液、組織を採取する機能を持っており、体腔内において薬液を投与し、また体液、組織を採取することができるようになっている。

【0004】また、最近では、特願平4-224180号に示すように、前述した機能に加えてカプセル本体にマニピュレータを設け、患部等を積極的に処置することができるものも提案されている。

【0005】ところで、医療用カプセル装置は、体腔内のどの位置にあるかを知ることが、薬液を投与したり、体液、組織を採取する上において重要なことであるが、従来の医療用カプセル装置は、図12に示すように、体

腔内、例えば管腔a内をカプセルbが転動しながら下降（進行）していくため、カプセルb自身がある特定時間にどの方向を向いているのか判断できない。

【0006】また、例えば米国特許第5,170,801号明細書で示すように、X線やMRI等の透視診断装置で位置確認を行うか、カプセル自身の発する磁気等のエネルギーを体外から捕捉するという手段が用いられている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の医療用カプセル装置において、カプセルの体腔内の位置を確認するために、X線による透視を行うことはX線被爆の問題があり、頻繁に位置確認を行うことはできない。

【0008】また、MRIによる透視では強力磁場を使用するために医療用カプセル装置に、鉄系金属などの磁性体材料は用いることができない。また、MRI装置が大型であるため、手軽に行うことはできない。さらに、カプセル自身の発するエネルギーを体外で捕捉する方式では1点の位置情報しか得られないために時間的に位置を追った時に、これからの動きの予測を正確に行うことは難しいという事情がある。

【0009】すなわち、従来のカプセルの経路算出方法は、図13に示すように、 $t_1, t_2, \dots, t_5$  時間でのそれぞれのカプセルの位置1点を測定することによって $t_6$  時間でのカプセルの位置および速度を数学的に算出する場合、多項式近似によって行う。

## 【0010】

## 【数1】

$t_n$  時間での位置ベクトルを  $X_n = (x_{1n}, x_{2n})$  で表わすと、

$t_1 \sim t_5$  時間までの経路を表す多項式は、4次多項式

$$X_n = a + b \cdot t_n + c \cdot t_n^2 + d \cdot t_n^3 + e \cdot t_n^4 \quad n=1 \sim 5 \quad (1)$$

で表わされ、 $t_1 \sim t_5$  時間の位置ベクトル  $X_n (n=1 \sim 5)$  を

代入することによって、係数ベクトル  $a, b, c, d, e$

を求め、 $t_6$  時間後の位置ベクトル  $X_6$  を式(1)によって

求める。

【0011】すなわち、 $t_1 \sim t_5$  の位置データを用いて4次の近似多項式による算出が可能であるが、カプセルの位置を正確に把握することができない。この発明は、前記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、体腔内におけるカプセルの位置確認を手軽に正確に行うことができると共に、カプセルの動きを高い精度で予測することができる医療用カプセル装置を提供することにある。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】この発明は前記目的を達成するために、複数のカプセルと、複数のカプセルを結合する弾性的な結合手段と、複数のカプセルの互いの位置関係を検知する位置検知手段と、検知した相対的な位置関係情報を体外受信手段へ送信する通信手段とを具備したことにある。

## 【0013】

【作用】複数のカプセルが弾性的な結合手段によって結合され、この結合手段に歪ゲージ等の位置検知手段を設

けることにより、カプセルのそれぞれの位置を確認することができ、よって次の位置測定時のカプセルの位置、複数個のカプセルの相対的位置関係を数学的近似によって精度良く予測することができる。

【0014】

【実施例】以下、この発明の各実施例を図面に基づいて説明する。図1～図3は第1の実施例を示し、図1は医療用カプセル装置の全体図を示す。医療用カプセル装置は、第1のカプセル1と第2のカプセル2および両カプセル1、2を弾性的に結合する結合手段としての結合部材3とから構成されている。

【0015】第1のカプセル1は、略球状で、その前部には前方を観察するための観察手段としての観察光学系4および生体組織の把持、切開、切除を行うためのマニピュレータ5が設けられている。さらに、第1のカプセル1の後部には生体内の温度、 $pH$ を測定するセンサ6が設けられている。第2のカプセル2も略球状で、内部には体外通信手段（図示しない）と交信するための通信手段7が設けられている。

【0016】前記結合部材3は、弾性を有する合成樹脂材料等からなる棒状体で、その中間部には位置検知手段としての歪ゲージ8が取付けられ、結合部材3が屈曲されたときの弾性歪を検知することにより、第1と第2のカプセル1、2の相対的位置関係を知ることができるようになっている。

【0017】したがって、前述のように構成された医療用カプセル装置を口腔から飲み込むことにより、体腔内、例えば管腔9を図1に示すように、第1のカプセル1が前部に、第2のカプセル2が後部になって管腔9内を進行する。この進行途中で、観察光学系4による観察像、センサ6による温度、 $pH$ の測定データおよび歪ゲージ8による歪情報は、通信手段7によって体外通信手段へ送信される。また、体外通信手段から送信された信号を通信手段7によって受信し、この信号に従ってマニピュレータ5を動作させることができ、生体組織の把持、切開、切除等を行うことができる。

【0018】次に、医療用カプセル装置の作用について説明する。図2に示すように、第1のカプセル1、第2のカプセル2の順に口腔から飲み込むことにより、第1のカプセル1が前部に、第2のカプセル2が後部になって管腔9内を進行する。このとき、第1のカプセル1と第2のカプセル2が結合部材3によって連結されているため、自由な回転は、第1、第2カプセル1、2を結ぶカプセル中心軸の軸線回り（矢印）だけであり、常に管腔9の中心軸とカプセル中心軸は概ね一致しており、第1のカプセル1の前部は常に進行方向に向いている。

【0019】次に、カプセルの経路の算出について図3に基づき説明する。結合部材3には歪ゲージ8が設けられているため、歪ゲージ8によって第1と第2のカプセル1、2の相対位置関係が測定できるため、1日の測定

$t_n$ 時間に2点のカプセル位置を求めることができる。したがって、 $t_1 \sim t_5$  時間での位置情報を基に多項式の係数ベクトルを求める式は10本作ることが可能であり、このため9次の多項式の係数ベクトルを算出できる。したがって、従来のカプセルよりも同じ時間計測によって、より高次の精度の多項式により次時間のカプセルの位置を高い精度で予測することができる。

【0020】この結果、診断、治療をより正確に行うことができる。また、カプセルの前部が常に管腔の前方を向いているために観察像のオリエンテーションがつけ易く、また所望の箇所でのアンビュレーションを容易に行うことができる。

【0021】図4～図6は第2の実施例を示し、図4は腸10内を医療用カプセル装置が進行している状態を示し、図5は、第1の実施例における第1、第2のカプセル1、2の一方の内部構造を示し、以下、単にカプセル11という。このカプセル11の内部における一側部には液体を収容した室に超音波振動子12が設けられ、この超音波振動子12はラジアル走査を行う超音波モータ13によって支持されている。さらにカプセル11の内部における中央部には超音波の送受波を行うための送受波回路14、超音波画像信号を体外に伝送する送信回路15が設けられ、カプセル11の内部における他側部にはカプセル駆動用の電池16が設けられている。

【0022】カプセル11は消化管腔の蠕動により体腔内を進行し、逐次体腔内の超音波断層像を体外に送信する。体外では図6に示す、体外通信手段としての体外受信装置17によりカプセル11からの信号を受信して超音波画像を表示する。体外受信装置17は超音波信号を受信するアンテナ18、受信回路19、受信信号を断層像に変換する超音波画像生成回路20、得られた超音波断層像を3次元画像に構築する3次元超音波画像構築回路21および画像表示ディスプレイ22からなり、体腔内より伝送されてくる超音波断層像を3次元画像に構築して表示する。

【0023】このようにカプセル11から伝送される体腔内の超音波断層信号を体外にて3次元超音波画像に構築、表示することにより、超音波プローブ、内視鏡等では到達し得ない体深部（小腸等）も含め、消化管すべてに亘って3次元断層像が得られ、生理学的研究の有用なデータ獲得や病変の診断を行うことができる。

【0024】図7は第3の実施例を示し、カプセル11と体外受信装置17のブロック図であり、カプセル11には第2の実施例に加えて例えば圧電素子で構成されている加速度センサ23が内蔵されている。この加速度センサ23の検出信号は送信回路14に入力され、超音波受波信号とともに時分割多重もしくは周波数多重され、体外に送信される。

【0025】体外受信装置17では受信回路にて超音波受波信号と加速度信号を分離する。加速度信号は位置・

速度検出回路24に入力され、カプセル11の位置・速度を検出する。速度データは3次元超音波画像構築回路21に入力され、カプセル11の速度変化に対応して3次元画像構築を行うことにより正確で見易い3次元画像が得られる。また、位置データによりX線等を使用せずに体腔内でのカプセル11の位置を知ることができる。

【0026】このように、カプセル11に加速度センサ23を設けたことにより、カプセル11の速度データによって3次元超音波画像構築の補正を行い、カプセル11の速度変化があった場合でも正確で見易い画像を得ることができる。また、位置データにより体腔内のカプセル11の位置を簡易に得ることができる。

【0027】図8(a)(b)は第4の実施例を示し、第1の実施例における第1、第2のカプセル1、2の一方の内部構造を示し、以下、単にカプセル31という。図8(a)に示すように、カプセル31を構成する容器32内には伸縮性のバルーン33と通常は収縮状態にあるベローズ34が設けられている。バルーン33の内部には目的とする消化管内の患部で放出させる薬剤35が充填され、リザーバとしての役割を果たしている。

【0028】バルーン33の一端は容器32の連通孔36と接続され、内外を連通している。一方、ベローズ34の一端も容器32の連通孔37と接続され、連通孔37には消化管内の消化液で選択的に溶解する溶解膜38が設けられている。また、連通孔37にはカプセル31の外部からベローズ34内のみならず溶液が浸入してくるよう逆止弁39が設けられている。また、ベローズ34の内腔には消化管内の消化液と化学反応を起こして気体(ガス)を発生する化学物質40が充填されている。

【0029】このように構成されたカプセル31を胃内で選択的に薬剤を放出する場合について説明すると、前記溶解膜38を胃液で消化されるゼラチン等で構成し、またベローズ34の内腔に設ける化学物質40を胃液(酸)と反応してガスを発生する物質とする。前記化学物質40としては、K、Ca、Na、Mg、Al、Zn等の金属あるいは $\text{CaCO}_3$ 等が用いられる。

【0030】患者がカプセル31を飲み込むと、胃液等の消化液41で溶解膜38が溶解し、図8(b)に示すように、胃液が逆止弁39を介してベローズ34の内腔に浸入する。そして、カプセル31内の化学物質40と化学反応を起こし、水素ガス、二酸化炭素ガス等のガス42が発生する。ガス42の発生に伴いベローズ34は伸張し、バルーン33を押圧するため、バルーン33の内腔に充填された薬剤35は連通孔36を介して胃内に放出される。

【0031】一方、腸内で薬剤放出をさせる場合は、溶解膜38を腸液で消化される脂肪酸膜とする。また、ベローズ34の内腔の化学物質40を腸液と化学反応を起こしてガスを発生するAl、Zn、Si、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 等とする。

【0032】そして、患者がカプセル31を飲み込み、カプセル31が腸内に到達すると、腸液により脂肪酸膜からなる溶解膜38が溶解する。そして、腸液が逆止弁39を介してベローズ34の内腔に浸入する。そして、カプセル31内の化学物質40と化学反応を起こし、水素ガス、アンモニアガス等のガス42が発生し、ベローズ34は伸張し、バルーン33を押圧するため、バルーン33の内腔に充填された薬剤35は連通孔36を介して腸内に放出される。

【0033】このように構成したカプセルは、ベローズ内腔に消化液(胃液、腸液)と反応してガスを発生する化学物質を設けたため、従来のX線造影装置でカプセルの位置を検出する必要はなく、また体外に大掛かりな超音波や磁気発生手段を設ける必要もなく、体腔内の目的とする患部で選択的に薬剤を放出させることができる。

【0034】図9(a)(b)は第5の実施例を示し、第4の実施例と同一構成部分については同一番号を付して説明を省略する。図9(a)に示すように、カプセル43の容器44の側面には凹部45が設けられ、この凹部45は連通孔46を介して容器44の内外を連通している。凹部45には消化液で溶解する溶解膜38が取付けられている。ベローズ34の内腔にはガスを吸着した吸着剤47が設けられている。この吸着剤47としては、例えばV、Mn、Cr、Co等が用いられる。また、容器44内のベローズ34の周囲は消化液と化学反応を起こして発熱する化学物質48が設けられている。

【0035】このように構成したカプセル43を胃内で選択的に薬剤を放出する場合について説明すると、前記溶解膜38を胃液で消化されるゼラチン等で構成し、またベローズ34の周囲の化学物質48を胃液(酸)と反応して発熱するアルカリ、NaOH等とする。

【0036】患者がカプセル43を飲み込むと、胃液等の消化液41で溶解膜38が溶解し、図9(b)に示すように、連通孔46を介して胃液が容器44内に浸入する。そして、消化液41とベローズ34の周囲に設けられた化学物質48とが化学反応を起こして発熱する。この発熱により吸着剤47に吸着されていたガス49が解離放出され、ベローズ34は伸張し、バルーン33を押圧するため、バルーン33の内腔に充填された薬剤35は連通孔36を介して胃内に放出される。

【0037】一方、腸内で薬剤放出をさせる場合は、溶解膜38を腸液で消化される脂肪酸膜とし、ベローズ34の周囲に設ける化学物質48を腸液と化学反応を起こして発熱する $\text{HCl}$ 、 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 等の酸性物質とすれば、前述と同様に腸内において選択的に薬剤が放出されることになる。

【0038】したがって、第4の実施例と同様の効果が得られる。図10(a)(b)は第6の実施例を示し、第4、5の実施例と同一構成部分については同一番号を付して説明を省略する。図10(a)に示すように、カ

プセル50の容器51の内部に設けられたベローズ34の内壁には白金担持した $TiO_2$ 粒子52が接着等により固定して設けられ、ベローズ34の内腔には電解液53が充填されている。

【0039】ベローズ34は透光性を有する材料で形成されている。ベローズ34の周囲には腸液等の消化液41と反応して発光する化学物質54が設けられている。この化学物質54としては、例えば過酸化水素あるいは次亜塩素酸塩とルミノールの混合物が用いられる。

【0040】このように構成したカプセル50を腸内で選択的に薬剤を放出する場合について説明すると、患者がカプセル50を飲み込み、腸内に到達すると、脂肪酸膜からなる溶解膜38が溶解し、図10(b)に示すように、連通孔46を介して腸液が容器51内に浸入する。そして、腸液とルミノール、過酸化水素水(次亜塩素酸塩)からなる化学物質54が化学反応を起こし、350~600nmの発光を起こす。

【0041】この光は透光性のベローズ34内の $TiO_2$ 粒子52に届き、光電気分解により $H_2$ 、 $O_2$ ガス55が発生する。そして、ベローズ34は伸張し、バルーン33を押圧するため、バルーン33の内腔に充填された薬剤35は連通孔36を介して腸内に放出される。

【0042】したがって、第4、5の実施例と同様の効果が得られる。図11(a)(b)は第7の実施例を示し、第4~6の実施例と同一構成部分については同一番号を付して説明を省略する。図11(a)に示すように、カプセル56の容器57の内部に設けられたベローズ34の内腔には電解液溶液58が充填されている。電解液溶液58としては水に塩化ナトリウム、塩化銅(I)、硫酸銅(II)等の電解質を溶解したものが用いられる。

【0043】また、ベローズ34の端部には小型バッテリー59と、これに接続された一対の電極60が設けられている。一対の電極60は電解質溶液58に浸漬されている。また、カプセル56の外周にはタイマースイッチ61が設けられ、設定時間経過後、電極60間に小型バッテリー59の電圧を印加可能となっている。

【0044】このように構成したカプセル56を胃内、腸内で選択的に薬剤を放出する場合について説明すると、まず、タイマースイッチ61を操作してタイマーの設定時間をカプセル56が胃あるいは腸に到達する時間にする。そして、タイマースイッチ61をオンにし、患者がカプセル56を飲み込む。タイマーは設定時間になると、スイッチオンとなり、小型バッテリー59の電圧が一対の電極60間に印加される。

【0045】電圧が印加されることで、電解質溶液58は電気分解を起こし、 $H_2$ 、 $O_2$ ガス55が発生する。そして、ベローズ34は伸張し、バルーン33を押圧す

るため、バルーン33の内腔に充填された薬剤35は連通孔36を介して胃内または腸内に放出される。したがって、第4~6の実施例と同様の効果が得られる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、複数のカプセルを弾性的な結合手段によって結合すると共に、複数のカプセルの互いの位置関係を検知する位置検知手段を設け、検知した相対的な位置関係情報を体外受信手段へ送信することにより、体腔内におけるカプセルの位置確認を手軽に正確に行うことができる。と共に、カプセルの動きを高い精度で予測することができる。

【0047】この結果、診断、治療をより正確に行うことができ、またカプセルの前部が常に体腔内の前方を向いているために観察像のオリエンテーションがつけ易く、また所望の箇所でのアンビュレーションを容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例を示し、医療用カプセル装置の管腔内の進行状態を示す斜視図。

【図2】同実施例の作用説明図。

【図3】同実施例のカプセルの経路の算出についての説明図。

【図4】この発明の第2の実施例を示し、医療用カプセル装置の腸内の進行状態を示す正面図。

【図5】同実施例のカプセルの縦断側面図。

【図6】同実施例のカプセルと体外受信装置のブロック図。

【図7】この発明の第3の実施例を示し、カプセルと体外受信装置のブロック図。

【図8】この発明の第4の実施例を示し、カプセルの縦断側面図。

【図9】この発明の第5の実施例を示し、カプセルの縦断側面図。

【図10】この発明の第6の実施例を示し、カプセルの縦断側面図。

【図11】この発明の第7の実施例を示し、カプセルの縦断側面図。

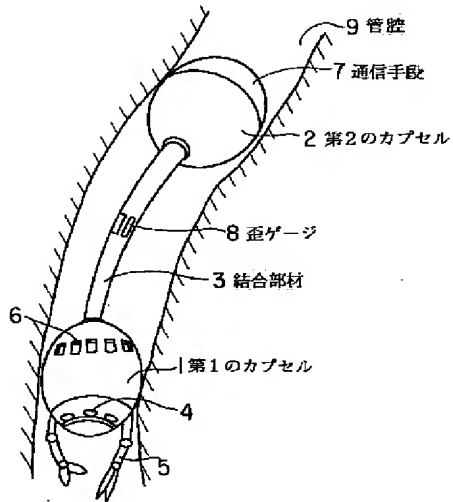
【図12】従来の医療用カプセル装置の管腔内の進行状態を示す斜視図。

【図13】従来のカプセルの経路の算出についての説明図。

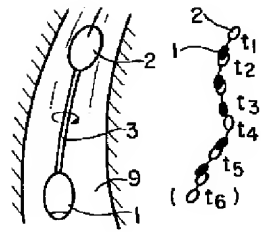
【符号の説明】

- 1…第1のカプセル
- 2…第2カプセル
- 3…結合部材
- 7…通信手段
- 8…歪ゲージ

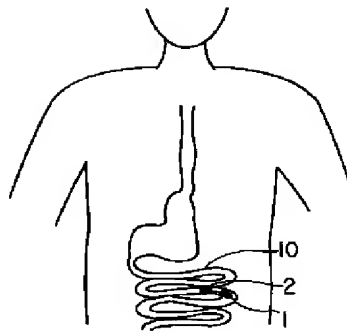
【図1】



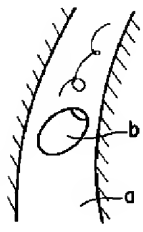
【図2】 【図3】



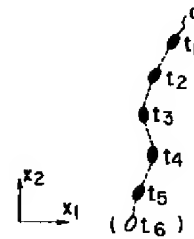
【図4】



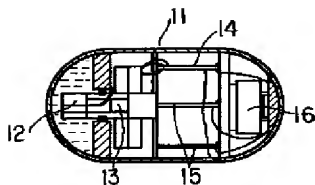
【図12】



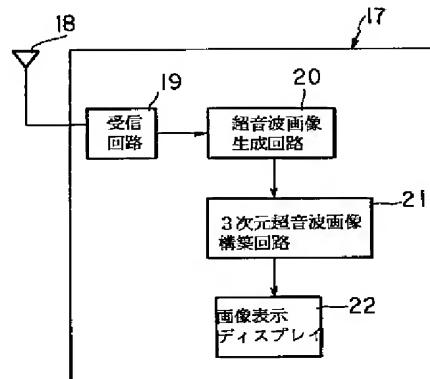
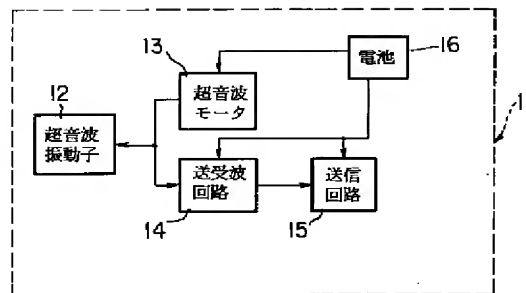
【図13】



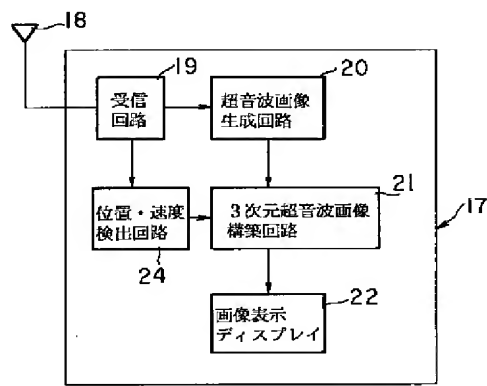
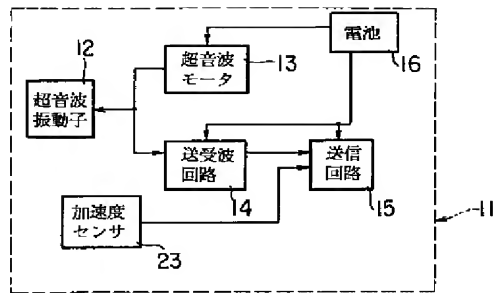
【図5】



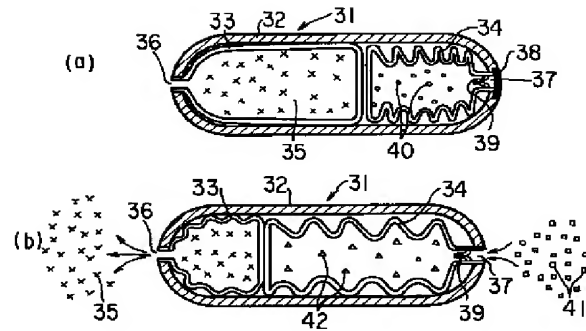
【図6】



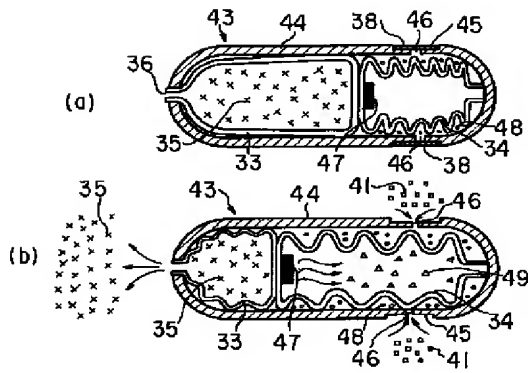
【図7】



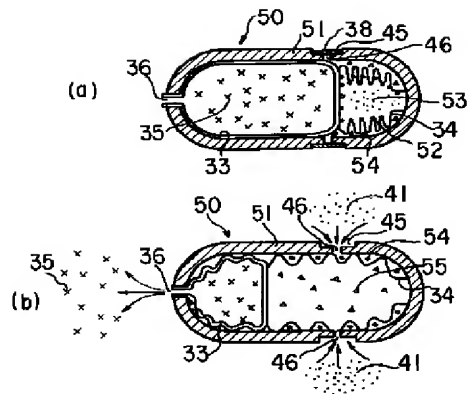
【図8】



【図9】



【図10】





【図11】

